

Material isolasi keramik dan gelas – Bagian 1: Definisi dan klasifikasi



© BSN 2003

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN
Gd. Manggala Wanabakti
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.
Telp. +6221-5747043
Fax. +6221-5747045
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

Daftar isi

Daftar isi.....	i
Daftar tabel.....	ii
Prakata.....	iii
1 Ruang lingkup	1
2 Acuan normatif	1
3 Istilah dan definisi.....	1
3.1 material isolasi.....	1
3.2 material isolasi keramik	1
3.3 material isolasi gelas	1
3.4 gelas yang di anil (<i>anneal</i>).....	1
3.5 gelas dikeraskan.....	1
3.6 material keramik-gelas	2
3.7 material mika berikatan gelas.....	2
3.8 glasir.....	2
3.9 porositas.....	2
3.10 besarnya volume	2
3.11 besarnya kerapatan (p_a)	2
3.12 porositas (nyata) buka (p_a)	2
3.13 porositas warna	2
3.14 ketahanan terhadap kejut termal (ΔT)	2
3.15 suhu transisi gelas (T_G)	3
4 Klasifikasi keramik, gelas, gelas keramik dan material mika berikatan gelas	3

Daftar tabel

Tabel 1	Material isolasi keramik.....	4
Tabel 2	Material isolasi gelas-keramik.....	10
Tabel 3	Mika berikatan gelas kimia.....	10
Tabel 4	Material isolasi gelas.....	11



Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) mengenai “Material isolasi keramik dan gelas - Bagian 1: Definisi dan klasifikasi”, diadopsi secara identik dari standar *International Electrotechnical Commission* (IEC) Publikasi 60672-1 (1995-06) dengan judul “*Ceramic and glass insulating materials – Part 1: Definitions and classification*” standar ini dirumuskan oleh Panitia Teknik Material dan Sistem Isolasi (PTMI) masa kerja Tahun 2002 berkoordinasi dengan Direktorat Jenderal Listrik dan Pemanfaatan Energi.

Ketika dalam taraf Rancangan Standar Nasional Indonesia (RSNI), standar ini telah melalui proses/prosedur perumusan standar dan terakhir dibahas dalam Forum Konsensus XIX pada tanggal 9 s.d 10 Oktober 2002 untuk mencapai mufakat.

Dalam rangka mempertahankan mutu ketersediaan standar yang tetap mengikuti perkembangan, maka diharapkan masyarakat standarisasi ketenagalistrikan memberikan saran dan usul perbaikan demi kesempurnaan rancangan ini dan tak kalah pentingnya untuk revisi standar ini dikemudian hari. Bila terdapat ketidakjelasan terhadap isi materi standar ini, maka yang dianggap berlaku adalah sebagaimana yang tertera pada teks asli IEC tersebut.



Material isolasi keramik dan gelas – Bagian 1: Definisi dan klasifikasi

1 Ruang lingkup

Bagian dari standar ini diterapkan terhadap keramik, mika-gelas dan material gelas untuk tujuan isolasi listrik. Bagian dari Publikasi IEC 60672 ini memberikan definisi yang digunakan, dan menyediakan tabel yang mengklasifikasikan berbagai jenis material ke dalam grup yang sesuai dengan jenis komposisi, tanda sifat dan penerapan.

2 Acuan normatif

Acuan normative dalam standar ini adalah mengacu pada Publikasi IEC 1006 (1991), *Methods of test for the determination of glass – transition temperature of electrical insulating materials*.

3 Istilah dan definisi

Untuk tujuan bagian dari standar ini berlaku definisi berikut.

3.1

material isolasi

zat padat dengan mengabaikan konduktivitas listrik yang rendah, digunakan untuk memisahkan bagian berkonduktansi dari potensial listrik yang berbeda

3.2

material isolasi keramik

suatu material anorganik dibentuk sebelum pembakaran, yang kandungan utamanya terdiri dari polikristalin sealikat, alumino sealikat atau senyawa oksida sederhana atau kompleks, misalnya titanat. Definisi juga mencakup material induksi tertentu seperti aluminium nitrit

3.3

material isolasi gelas

suatu material anorganik, biasanya suatu campuran oksida yang diproduksi dengan melelehkan dan kemudian secara esensial proses pemadatan tanpa kristalisasi

3.4

gelas yang di anil (*anneal*)

gelas didinginkan secara perlahan dari suhu dengan ketinggian tertentu sehingga asal tekanan termal yang tersisa dapat diabaikan berkaitan dengan tekanan yang diterapkan

3.5

gelas dikeraskan

gelas dipersiapkan dengan pra-tekan sedemikian pada semua permukaan benda, dalam keadaan bertekanan, sementara zona dalam bertekanan dan terlindung penuh oleh permukaan bertekanan

3.6

material keramik-gelas

suatu material isolasi yang berasal dari gelas yang besar atau serbuk gelas yang telah dikerjakan pengerjaan panas sehingga menghasealkan sejumlah kristal halus sehingga mengembalikan material badan polikristal

3.7

material mika berikatan gelas

suatu material isolasi yang terdiri darimika sintetis atau alami dengan ukuran partikel yang halus berikatan dengan material bergelas. Material tersebut dapat diproduksi baik oleh ikatan mika alami dengan suatu *glass frit* ataupun oleh kristal isolasi gelas keramik dengan formulasi yang sesuai

3.8

glasir

bahan utama berikatan lapisan halus, biasanya dengan cara fusi terhadap permukaan keramik, didapatkan dengan lelehan bubuk yang diterapkan pada permukaan keramik. Hal ini boleh berisi pewarna dan / atau opasifying bahan organik

3.9

porositas

keberadaannya dalam badan dari ruang kosong biasanya sebagai pori yang berpisah, yang boleh diisolasi atau interkoneksi

3.10

besarnya volume

jumlah volume yang terukur, secara luar termasuk semua pori terbuka dan pori tertutup

3.11

besarnya kerapatan (ρ_a)

perbandingan yang didapatkan oleh pembagian massa contoh uji terhadap besarnya volume termasuk pori terbuka dan pori tertutup, dinyatakan dalam megagram per meter kubik (secara numerik ekuivalen dengan gram per sentimeter kubik)

3.12

porositas (nyata) buka (p_a)

ratio antara volume pori terbuka terhadap besarnya volume, dinyatakan dalam persen

3.13

porositas warna

suatu indikasi absorpsi cairan dengan cara penetrasi warna bertekanan. Hal ini sering dimanifestasikan sebagai hal yang menyeluruh pewarnaan secara rata permukaan setempat. Keretakan dapat tampak sebagai garis yang berbeda warna. Perbedaan harus dinyatakan antara permukaan pori-pori akibat pekerjaan mesin atau kerusakan lain terbatas terhadap permukaan yang terdekat, dan pori-poriannya timbul bila contoh uji dipatahkan

3.14

ketahanan terhadap kejut termal (ΔT)

suatu istilah yang menggambarkan kemampuan suatu material atau komponen terhadap perubahan yang cepat dari suhu terhadap suhu tanpa kehilangan kinerjanya. Sifat ini secara normal ditentukan dengan metode yang terkait dengan pemindahan contoh yang dipanaskan ke dalam bak air dingin. Perubahan suhu maksimum dalam toleransi Kelvin tanpa pecah oleh contoh uji dari dimensi yang memberi perintah adalah yang diistilahkan sebagai ketahanan kejut termal untuk tujuan standar ini

3.15**suhu transisi gelas (T_g)**

transisi gelas dari keadaan non ekilibrium kaku pada suhu rendah terhadap keadaan cairan yang kental pada suhu tinggi diamati sebagai pembengkokan dalam kurva ekspansi suhu gelas bila dipanaskan dengan suhu yang tetap. Transisi suhu didefinisikan sebagai suhu yang sesuai dengan perpotongan dari dua garis singgung yang digambarkan dari suhu tinggi dari cabang kurva dilatometer bila keping uji dipanaskan pada 5 K per menit (Publikasi IEC 1006)

CATATAN Pada tekanan internal suhu transisi gelas menyatakan berubah dalam beberapa menit dan viskositas dinamis kira-kira $10^{12.3}$ N.sm⁻².

4 Klasifikasi keramik, gelas, gelas keramik dan material mika berikatan gelas

Klasifikasi material dengan standar ini didasarkan pada jenis komposisi dan sifatnya. Terdapat sembilan grup keramik (didesain dengan huruf awal "C"), tujuh grup gelas (didesain "G"), satu grup dari gelas keramik (didesain "GC") dan satu grup dari material mika berikatan gelas (didesain "GM"). Kelas tersebut dimaksudkan untuk mencakup jenis material luar dengan sifat yang sesuai untuk penerapan yang telah dikembangkan untuk hal dimaksud. Untuk penghargaan ini, ketentuan Publikasi IEC 673-3, "*Low-frequency miniature equipment wires with solid or stranded conductor, fluorinated polythhydrocarbon type insulation, single*", sebagai panduan terhadap sifat-sifat dan spesifikasi untuk material dari berbagai kelas. Skema atau klasifikasi bagian digambarkan dalam tabel 1 sampai dengan 4.



Tabel 1 Material isolasi keramik

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
C 100	Alkalin aluminasealikat				
	C 110	Porselin sealika, diproses plastik	Berdasar pada kuarsa, feldspar yang berubah	Kedap air, dapat digunakan tanpa gelas	Insulator tarikan-tinggi dan tarikan-rendah
	C 111	Porselin sealikat, yang ditekan	Berdasar pada kuarsa, feldspar yang berubah	Beberapa serapan terbuka, biasanya memerlukan gelas	Insulator tarikan-rendah
	C 112	Porselin kristobalit, Diproses plastik	Mengandung kristobalit akibat dari penggunaan tanah liat sealika-tinggi dan/atau produk sealika berkapur	Kedap air, dapat digunakan tanpa gelas	Insulator tarikan-tinggi dan tarikan-rendah
	C 120	Porselin alumina	Porselin feldspar yang berubah, kuarsa dikeluarkan sebagian dengan alumina	Kedap air, kekuatan * > 110 MPa	Insulator tarikan-tinggi dan tarikan-rendah
	C 130	Porselin alumina	Tanpa-pembiasan, porselin feldspar yang berubah, alumina sebagai pengisi prinsip	Kedap air, kekuatan * > 160 MPa	Insulator tarikan-tinggi dan tarikan-rendah
	C 140	Porselin litia	Berdasar pada petalit, spodumen atau eukriptit	Koefisien pemuaian rendah	Insulator tarikan-tinggi dan tarikan-rendah
* pada benda uji bergelas					

Tabel 1 (lanjutan)

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
C 200	Magnesium sealikat				
	C 210	Steatit, tegangan rendah	Berdasar pada protoestatit	Beberapa serapan terbuka, kekuatan > 80 MPa	Insulator frekuensi tinggi, insulator untuk pemanas listrik
	C 220	Steatit, Normal	Berdasar pada protoestatit	Kedap air, rugi-rugi rendah, kekuatan > 120 Mpa	Insulator frekuensi tinggi, insulator untuk pemanas listrik, bagian cetakan
	C 221	Steatit, rugi-rugi rendah	Berdasar pada protoestatit	Kedap air, rugi-rugi sangat rendah, kekuatan > 140 MPa	Insulator frekuensi radio, insulator untuk komponen elektronik kapasitor, insulator untuk pemanas listrik
	C 230	Steatit, pori-pori	Berdasar pada protoestatit	Serapan terbuka sampai dengan 35%	Insulator untuk mesin, <i>bushing</i> yang mudah remuk
	C 240	Forsterit, pori-pori	Berdasar pada magnesium ortosealik	Serapan terbuka sampai dengan 30%	Insulator yang vakum tanpa gas untuk tabung elektron
	C 250	Forsterit, asap	Berdasar pada magnesium ortosealik	Kedap air, rugi-rugi sangat rendah, kekuatan glasir tinggi, ekspansi panas tinggi	Selungkup vakum, khususnya yang sesuai untuk perapat campuran berdasar-besi

Tabel 1 (lanjutan)

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain			Penggunaan prinsip
				Permi-tivitas	Rugi-rugi tangent	Koefisien suhu dari permi-tivitas	
C 300	Titanat dan keramik lain yang berpermisivitas tinggi						
	C 310	Berdasar pada – titania	Berdasar pada TiO_2	Tinggi	Rendah	Negatif kuat	Kapasitor, khususnya untuk frekuensi tinggi
	C 320	Magnesium berdasar pada – titania	Berdasar pada MgO/TiO_2	Medium sampai tinggi	Sangat rendah	Positif lemah	Kapasitor, khusus untuk frekuensi tinggi
	C 330	Titania dan oksida lain	Berdasar pada TiO_2 dan oksida lain	Tinggi	Sangat rendah	Negatif lemah	Kapasitor, khusus untuk frekuensi tinggi
	C 331	Titania dan oksida lain	Berdasar pada TiO_2 dan oksida lain	Tinggi	Sangat rendah	Negatif kuat	Kapasitor, khusus untuk frekuensi tinggi
	C 340	Ca dan Sr, berdasar bismuth titanat	Berdasar pada $\text{CaO}/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ atau $\text{SrO}/\text{Bi}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$	Tinggi	Rendah	Negatif kuat	Kapasitor, khusus untuk frekuensi tinggi
	C 350	Berdasar pada feroelektrik perovskit	Berdasar pada BaTiO_3 atau perovskit lain	350 hingga 3.000	Sedang	Tergan-tung suhu	Kapasitor, dengan permisivitas tinggi
	C 351	Berdasar pada feroelektrik perovskit	Berdasarkan Ba TiO_3 atau perovskit lain	> 3.000	Sedang	Tergan-tung suhu	Kapasitor, dengan permisivitas tinggi
* untuk karakteristik lebih rinci lihat Publikasi IEC 60672-3							

Tabel 1 (lanjutan)

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
C 400	Alkaline earth aluminosilicates and zircon				
	C 410	Asap cordierit	Kadar cordierit tinggi, vitreous	Serapan terbuka < 0,5%, koefisien pengembangan rendah	Insulator untuk pengaman lebur, penyangga elemen pemanas, bagian penahan kejutan termal, insulator khusus
	C 420	Asap selsian	Kadar selsian tinggi, vitreous	Serapan terbuka < 0,5%, rugi-rugi rendah	Insulator khusus
	C 430	Berdasar pada lime, asap	Berdasar pada wollastonit atau anortit	Serapan terbuka < 0,5%,	Insulator khusus
	C 440	Berdasar pada zirkon, asap	Kadar zirkon tinggi	Serapan terbuka < 0,5%, rugi-rugi rendah, kekuatan tinggi	Insulator khusus
C 500	Pori-pori aluminosilicates and magnesium aluminosilicates				
	C 510	Berdasar pada aluminosilikat	Tanpa cordierit	Ketahanan kejutan termal	Insulator elemen pemanas hingga 1.000 °C
	C 511	Berdasar pada magnesium aluminosilikat	Kadar cordierit rendah	Ketahanan kejutan termal, pori-pori halus	Insulator elemen pemanas hingga 1.000 °C
	C 512	Berdasar pada magnesium aluminosilikat	Kadar cordierit rendah	Ketahanan kejutan termal, pori-pori kasar	Insulator hingga 1.000 °C
	C 520	Berdasar pada cordierit	Kadar cordierit tinggi	Ketahanan kejutan termal, pori-pori halus, pengembangan termal rendah	Batang untuk belitan, dsb. hingga 1.200 °C
	C 530	Berdasar pada aluminosilikat	Kadar alumina tinggi	Ketahanan kejutan termal, pori-pori halus, pembiasan tinggi	Insulator hingga 1.300 °C, bisa lebih tinggi

Tabel 1 (lanjutan)

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
C 600	Keramik mulit alka-lin-rendah				
	C 610	Keramik <i>mulit</i>	Kadar mulit tingi, > 50% hingga 65% Al_2O_3 , kadar alkali rendah	Ketahanan kejut termal, pembiasan, kedap air	Insulator pembiasan, tabung tungku pemanas, insulator termokopel
	C 620	Keramik <i>mulit</i>	Kadar mulit tingi, > 65% hingga 80% Al_2O_3 , kadar alkali rendah	Ketahanan kejut termal, pembiasan, kedap air	Insulator pembiasan, tabung tungku pemanas, insulator termokopel
C 700	Pori-pori aluminasealikat dan magnesium aluminasealikat				
	C 780	Keramik alumina-tinggi	> 80% hingga 86% Al_2O_3 , kadar alkali rendah	Kedap air	Penggunaan umum, insulator kecil hingga medium
	C 786	Keramik alumina-tinggi	> 86% hingga 95% Al_2O_3 , kadar alkali rendah	Kedap air	Penggunaan umum, insulator kecil hingga medium, substrat
	C 795	Keramik alumina-tinggi	> 95% hingga 99% Al_2O_3 , kadar alkali sangat rendah	Kedap air, rugi-rugi rendah	Insulator khusus dan rugi-rugi rendah dan substrat, bagian logam **
	C 799	Keramik alumina-tinggi	> 99% Al_2O_3 , kadar alkali sangat rendah	Kedap air, rugi-rugi rendah	Insulator khusus dan rugi-rugi ultra-rendah dan substrat, selungkup lampu uap sodium **
** Catatan bahwa beberapa tingkat alumina, khususnya untuk selungkup lampu translusen dan untuk logam bersuhu-tinggi, seringkali kurang kuat daripada tingkat yang lain					

Tabel 1 (lanjutan)

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
C 800	Keramik oksida-tunggal selain dari alumina				
	C 810	Keramik berylia	Kadar BeO tinggi	Kedap air, konduktivitas termal tinggi, rugi-rugi rendah	Insulator khusus dengan kemampuan meresap panas
	C 820	Keramik magnesia	Kadar BeO tinggi	Porositas tinggi	Bushing yang mudah remuk dan insulator lain
C 900	Isolasi keramik tanpa-oksida				
	C 910	Nitrit aluminium	AlN secara prinsip	Konduktivitas tinggi	Isolasi peresapan panas,, substrat
	C 920	Nitrit boron	BN heksagonal	Bermesin	Bushing bermesin dan insulator lain
	C 930	Nitrit sealikon	Si ₃ N ₄	Serapan, tahan kejut termal, tahan korosi	Dudukan termokopel, tabung pengaman untuk penanganan logam cair
	C 935	Nitrit sealikon	Si ₃ N ₄	Asap, kedap air, tahan kejut termal	Insulator khusus berkekuatan-tinggi

Tabel 2 Material isolasi gelas-keramik

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
GC 100	Material gelas-keramik				
	GC 110	Gelas-keramik	Komposisi berinti besar		Insulator berbagai jenis, seringkali pengembangan termal cocok untuk logam
	GC 120	Gelas-keramik	Jenis <i>sintered</i> , seringkali tanpa larutan berinti		<i>Coating</i> , pencetakan, bentuk <i>sintered</i> , seringkali pengembangan termal cocok untuk logam

Tabel 3 Mika berikatan gelas kimia

Grup	Sub-grup	Jenis Material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
GM 100	Material mika berikatan kimiawi gelas				
	GM 110	Berikatan kimiawi gelas	Secara normal terbuat dari mika alam dan <i>glass frit</i> lebur-rendah	Injeksi cetakan atau material bertekanan-panas	Insulator berbentuk kompleks untuk penggunaan tarikan-rendah
	GM 120	Berikatan kimiawi gelas	Berdasar pada mika buatan berbentuk gelas dengan jalur gelas-keramik	Siap secara mesin dengan baja atau perkakas karbit	Pekerjaan percontohan, bentuk kompleks untuk penggunaan tarikan-rendah

Tabel 4 Material isolasi gelas

Grup	Sub-grup	Jenis material	Komposisi	Karakteristik lain	Penggunaan prinsip
G 100	Gelas alkali-lime-sealika				
	G 110	Alkali-lime-sealika		Dicampur secara termal	Insulator frekuensi daya
	G 120	Alkali-lime-sealika		Diperkuat secara termal	Insulator frekuensi daya
G 200	Gelas borosealikat				
	G 220	Ketahanan secara kimia gelas borosealikat		Ketahanan korosi, ekspansi termal rendah	Insulator ketahanan kejut termal
	G 231	Gelas borosealikat		Resistivitas tinggi, rugi-rugi rendah	Insulator rugi-rugi rendah
	G 232	Gelas borosealikat		Resistivitas tinggi, rugi-rugi sedang	Insulator tegangan-tinggi
G 400	Gelas alumina-lime-sealika		Alkali rendah	Ekspansi sedang, rugi-rugi rendah	Insulator <i>pin-seal</i>
G 500	Gelas lead-alkali-sealika		Alkali sedang hingga rendah	Ekspansi tinggi, rugi-rugi rendah	<i>Seal</i> gelas-ke-logam
G 600	Gelas baria-alkali-sealika		Alkali sedang hingga rendah	Ekspansi tinggi, rugi-rugi rendah	<i>Seal</i> gelas-ke-logam
G 700	Gelas sealica-tinggi				
	G 795	Gelas sealica-tinggi	> 95% hingga 99% SiO ₂ ,	Ekspansi rendah, pembiasan, ketahanan kejut termal	Penyangga elemen pemanas, tabung untuk pemanas radian
	G 799	Gelas sealica-tinggi	> 99 % SiO ₂ ,	Ekspansi rendah, pembiasan, ketahanan kejut termal	Penyangga elemen pemanas, tabung untuk pemanas radian, selungkup lampu









BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : bsn@bsn.or.id